



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.5, n°. 1, p.24–36, 2011
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br/rbai>
 Protocolo 037 09 – 18/08/2010 Aprovado em 14/03/2011

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO - SP

Gustavo Cavalari Barboza¹; Fernando Braz Tangerino Hernandez²;
 Renato Alberto Momesso Franco³

¹ Biólogo, Bolsista do CNPq e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia na UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34, CEP 15.3850-000. E-mail: gu.cbarboza@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo e Professor Adjunto da UNESP Ilha Solteira - DEFERS, Caixa Postal 34, CEP 15.3850-000. E-mail: fbthtang@agr.feis.unesp.br

³ Biólogo, Bolsista do CNPq e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34, CEP 15.3850-000. E-mail: bioramfranco@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de ferro total, sólidos suspensos, dissolvidos, totais e turbidez na água do Córrego do Coqueiro. Para isso, foram coletadas amostras de água ao longo do rio principal, mensalmente no período de 2007 a 2009 em 5 pontos georreferenciados. Conforme os resultados apresentados, o manancial possui baixo potencial de causar danos ao sistema de irrigação para os parâmetros físicos, no entanto, devido a concentração de ferro na água o manancial apresentou médio a alto potencial de risco ao sistema de irrigação, sendo assim, a utilização de sistemas de irrigação sem filtragem, principalmente nos sistemas localizados, pode causar risco de obstrução de tubulações e emissores, principalmente nos pontos finais do manancial.

Palavras-chave: degradação, obstrução, monitoramento.

RISKS ANALYSIS TO IRRIGATION SYSTEMS CAUSED BY WATER QUALITY IN THE CÓRREGO DO COQUEIRO – SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the concentration of total iron, suspended, dissolved and total solids and turbidity in the Coqueiro stream. For this, water samples were collected along the main river, monthly during 2007 to 2009 at five points georeferenced. According the results, the watershed has a low potential to cause damage to the irrigation system for the physical parameters, however, because the concentration of iron in the water fountain had a medium to high potential risk to the irrigation system, the use of irrigation systems without filtration, particularly in localized systems, there is a risk with obstruction of pipes and emitters, especially in the final points of the watershed.

Keywords: degradation, clogging, monitoring.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista o setor agrícola ser o maior consumidor de água, e como este é o componente essencial e estratégico ao desenvolvimento da agricultura, o monitoramento da qualidade e disponibilidade

possibilitará o manejo justo e equilibrado (PAZ et al., 2000).

Devido aos problemas ambientais em relação ao desperdício e ao uso eficiente de água, ultimamente, tem se usado a irrigação localizada (gotejamento ou microaspersão) sendo uma prática eficiente e econômica no

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

consumo de água. Uma característica inerente aos métodos de irrigação localizados é a pequena área de passagem da água nos emissores. Em função dos pequenos diâmetros de orifício, o entupimento dos emissores configura-se como um dos principais problemas relacionados ao método (GILBERT; FORD, 1986)

Segundo Ribeiro et al. (2004) que para o bom desempenho de um sistema de irrigação é necessário levar em consideração fatores como qualidade da água e presença de partículas inorgânicas e orgânicas além dos relativos ao funcionamento mecânico do sistema

De acordo com Barroso et al. (2010), para o estudo da qualidade da água para fins de irrigação, dá se destaque à composição química da água, embora as características físicas e a carga de sedimentos devem ser consideradas importantes.

Na irrigação localizada, um dos fatores que eleva os custos de operação e manutenção do sistema e, em certos casos, inviabiliza a utilização desse método é a obstrução dos emissores (PATERNIANI; SCATOLINI, 2001). Em geral, as causas do entupimento de emissores podem ser divididas em três categorias: (1) por componentes físicos como areia e partículas de PVC; (2) por materiais biológicos e (3) por substâncias químicas precipitadas (FARIA et al. 2002).

Atualmente o ferro é um dos principais problemas na água de irrigação devido à capacidade de obstruir fisicamente as tubulações e emissores dos sistemas de irrigação localizada. Nakayama e Bucks (1986) relatam que ferro total em concentrações superiores a $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ na água de irrigação pode resultar em precipitação e obstrução de tubulações e emissores, ocasionando danos moderados ao sistema.

Para Hernandez e Petinari (1998) o uso de água para irrigação com teores de ferro acima de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ pode obstruir tubulações em pouco tempo e, levando a redução na uniformidade de aplicação de água. Estes autores foram os primeiros a relatarem problemas de perda de pressão em tubulação por deposição de ferro no noroeste paulista, mesmo com a utilização de filtro de disco.

Alterações ambientais causam inúmeros impactos nos recursos hídricos superficiais.

Segundo Oliveira-Filho et al. (1994), a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água.

O Córrego do Coqueiro, inserido nos municípios de Jales, Urânia, São Francisco, Palmeira d'Oeste e Dirce Reis, cujas atividades predominantes ao longo do seu curso são a agropecuária, a agricultura com lavouras permanentes e temporárias, destacando-se a fruticultura irrigada e a pastagem extensiva, com grande potencial erosivo, conta ainda com outras atividades, como o fornecimento de água para abastecimento dos municípios de Palmeira d'Oeste e Marinópolis - SP (FRANCO; HERNANDEZ, 2009) sendo assim, é um importante manancial para o desenvolvimento sócio-econômico da região noroeste paulista.

A microbacia do Córrego Coqueiro pertencente à bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, na qual este último se enquadra na categoria de alta criticidade, sofre o impacto da erosão nos recursos hídricos o que provoca altas taxas de transferência de sedimento aos corpos d'água devido à quase ausência de mata ciliar (SILVA et al., 2007).

O clima da Bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados apresenta inverno seco e ameno e verão quente e úmido. Inserida na região noroeste paulista, a bacia apresenta as maiores taxas evapotranspiratórias do Estado e sujeita a veranicos que podem limitar as produtividades devido às deficiências hídricas prolongadas por até oito meses durante o ano (HERNANDEZ et al., 1995). Hernandez et al. (2003) concluíram que são altas as probabilidades de ocorrência dos veranicos críticos para as culturas agrícolas, sendo o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação uma atividade de alto risco, de modo a minimizar riscos de perda de produtividade. Além disso, o uso da irrigação permite flexibilizar as épocas de plantio e escolha de culturas a serem implantadas. Todavia, o uso dessa água para fins de irrigação pode conflitar com o uso para o abastecimento urbano e o uso múltiplo, pode ser comprometido pela dependência dos recursos hídricos superficial, pelo desmatamento, pela erosão e o conseqüente assoreamento dos corpos d'água (FRANCO; HERNANDEZ, 2009).

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

Considerando a importância do córrego do Coqueiro para o desenvolvimento sócio-econômico regional, o objetivo desse trabalho foi monitorar a qualidade de água para fins de irrigação, utilizando-se os parâmetros físicos e químicos, que por sua vez, podem comprometer o funcionamento adequado do sistema de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e pontos de coleta

Este trabalho foi desenvolvido na microbacia do Córrego do Coqueiro, com área aproximada de 180,2 km² e perímetro de 132,7 km, localizada na região noroeste do Estado de São Paulo. Esta microbacia é integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio São José dos Dourados (UGRHI-18), tratando-se de um dos afluentes da margem direita, com 29,4 km de extensão da nascente até a foz, com altitude entre 492 e 334 m Figura 1.

Para a avaliação da qualidade de água do córrego foram georreferenciados, ao longo do leito principal cinco pontos para a coleta e análise da água, as quais foram realizadas em intervalos aproximados de um mês entre o período de 10/01/2007 a 09/12/2009 constituindo 34 amostras de água para cada ponto.

Os pontos de coleta foram assim distribuídos, ao longo do córrego: ponto 1 (S 20° 18' 53,7"; W 50° 38' 17,5") a 6,0 km da nascente, passando por pequenas propriedades que abrangem os municípios de Jales e Urânia; ponto 2 (S 20° 22' 37,0"; W 50° 40' 37,7"), distante 14,1 km da nascente, situado no município de São Francisco, trecho de pequenas e grandes propriedades agrícolas, com predomínio de pecuária extensiva; ponto 3 (S 20° 24' 23,4"; W 50° 40' 51,8"), localizado no município de Palmeiras d'Oeste, próximo à Estação de Tratamento de Água da SABESP com distância de 17,4 km da nascente; ponto 4 (S 20° 28' 24,7", W 50° 40' 00,1") apresentando uma distância de 24,6 km da nascente, com predomínio de pecuária extensiva com

dessedentação animal em alguns trechos; ponto 5 (S 20° 30' 48,9"; W 50° 39' 14,7") próximo à foz da microbacia, distante 29,4 km da nascente, trecho com pequenas e médias propriedades e uso da água para dessedentação animal (Figura 1).

Caracterização da área de estudo e atributos analisados

A vegetação originalmente predominante na bacia é a floresta estacional (semidecidual e decidual) estando, em sua maioria, fragmentada e degradada, por se situar em áreas que passaram por grandes transformações econômicas, sendo 2,79% o valor médio de vegetação natural remanescente na Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados (SÃO PAULO, 2009).

A classificação climática para a região, segundo Köppen, é o subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (PEREIRA et al., 2002). A informação de precipitação acumulada entre as amostragens de água é procedente do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do município de Jales (CIIAGRO, 2009).

As amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno de dois litros, higienizadas e após a coleta da água, estas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e levadas ao laboratório para proceder as análises. Os parâmetros da qualidade da água avaliados nesse estudo foram sólidos suspensos, dissolvidos e totais, ferro total e turbidez. Para a determinação da concentração de sólidos utilizou-se o método gravimétrico (mg L⁻¹) conforme a metodologia utilizada por Vanzela (2004). Para concentração de ferro total utilizou o método do Colorimétrico ferrospectral (mg L⁻¹) determinado pelo Colorímetro Hach. Para a determinação da turbidez da água com auxílio do Turbidímetro 2020 La Motte conforme a metodologia de Apha (1998). A escolha desses parâmetros é com baseia-se nos potenciais de dano aos sistemas de irrigação, conforme a classificação adotada por Nakayama e Bucks (1986) para os parâmetros sólidos e ferro e Brasil (2005) para a variável turbidez.

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

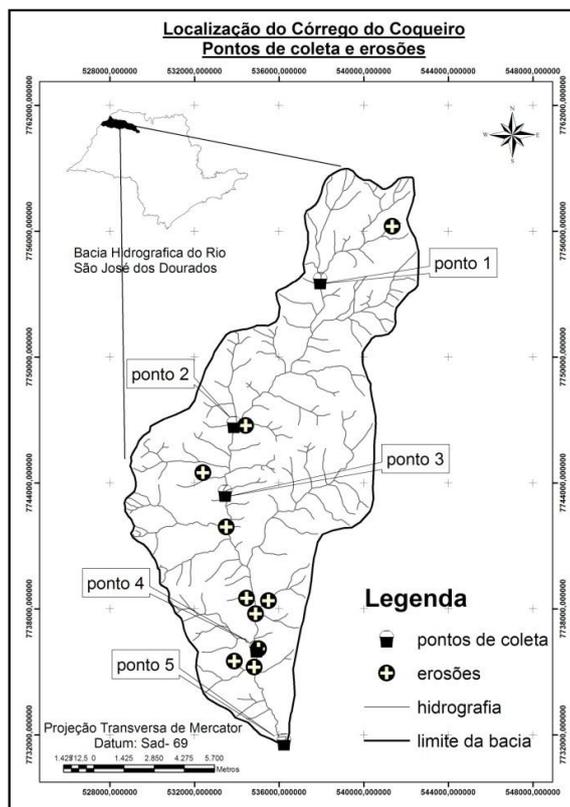


Figura 1. Localização e pontos de amostragem e pontos de erosões da Microbacia do Córrego do Coqueiro - SP

Para a caracterização da água utilizaram-se tabelas contendo dados de estatística descritiva (mínimo, máximo e médio) e a distribuição dos resultados das análises (expressos em porcentagem do total das amostras) em cada classe de risco (baixo, médio e alto), por ponto e por parâmetro avaliado, de acordo com o apresentado por Vanzela (2004).

Os dados de qualidade de água, distribuídos entre os anos, foram avaliados utilizando-se o valor médio das variáveis de qualidade da água em cada ponto de amostragem e o erro padrão da média, para se proceder à avaliação dos pontos de coleta. Adotou-se o critério de Gravetter e Wallnau (1995) para diferenciar estatisticamente os tratamentos, indicado pela ausência de sobreposição dos limites superior e inferior dos valores da média \pm erro padrão. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o software SPSS 16.0 for Windows (SPSS, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores

mínimos, máximos e médios e a classificação das variáveis de sólidos suspensos e dissolvidos, de acordo com a classificação empregada para fins de irrigação, segundo Nakayama e Bucks (1986). Os maiores valores de sólidos suspensos foram os pontos 3 com uma amostra, (2,9% das amostras com alto risco de dano), ponto 4 com duas amostras (6,1% das amostras com alto risco de dano) e o ponto 5 com quatro amostras (11,8% das amostras com alto risco de danos). Nestes dois últimos pontos, respectivamente, os maiores valores de sólidos suspensos (426,0 e 903 mg L⁻¹) foram encontrados, devido a ocorrência de chuva em dias anteriores a coleta de água, no ano de 2007 estes serem pontos onde se verifica a presença de erosões identificadas na Figura 1, que contribui para o aumento das partículas minerais e orgânicas na água do manancial. Com médio potencial de dano ao sistema localizado, o ponto 2 apresentou sete amostras, o que representa 20,6% das amostras analisadas, seguido do ponto 4 com 18,2% das amostras classificadas com médio potencial de dano ao sistema de irrigação. A maior porcentagem das

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

amostras avaliadas apresentou um baixo potencial de obstrução ao sistema de irrigação localizado indicando que ao longo do período de avaliação, o risco de baixo dano ao sistema de irrigação ao longo da Microbacia do Córrego do Coqueiro.

Ribeiro e Paterniani (2008) evidenciaram que a concentração de sólidos suspensos no sistema com dez meses de uso (65 mg L^{-1}), apresentaram valores acima da captação (48 mg L^{-1}), devido ao acúmulo dos sedimentos no sistema, e apontaram a necessidade de limpar o

sistema, para evitar a obstrução dos emissores. Em estudos experimentais em sistemas de irrigação localizada em que se utilizaram filtros para retenção de partículas foi observado que, para valores de até $20,0 \text{ mg L}^{-1}$ de sólidos suspensos, houve o aumento do número de retrolavagem dos filtros devido à perda de carga em função do volume filtrado (RIBEIRO et al., 2005), assim evidencia a necessidade de se utilizar sistema de filtragem para a água do manancial, principalmente nos pontos finais do córrego.

Tabela 1. Distribuição dos resultados de sólidos suspensos e dissolvidos de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação, na Microbacia do Córrego do Coqueiro – SP.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Médio	Potencial de dano		
				Baixo	Médio	Alto
Sólidos suspensos ¹		mg L^{-1}		(% das Amostras)		
Ponto 1	0,0	93,0	26,9	88,2	11,8	0,0
Ponto 2	2,0	89,0	29,2	79,4	20,6	0,0
Ponto 3	3,0	100,0	29,8	79,4	17,6	2,9
Ponto 4	0,0	426,0	42,7	75,8	18,2	6,1
Ponto 5	0,0	903,0	73,2	76,5	11,8	11,8
Sólidos dissolvidos ²		mg L^{-1}		(% das Amostras)		
Ponto 1	36,0	140,0	104,7	100,0	0,0	0,0
Ponto 2	1,0	133,0	75,9	100,0	0,0	0,0
Ponto 3	0,0	122,0	83,3	100,0	0,0	0,0
Ponto 4	20,0	184,0	91,7	100,0	0,0	0,0
Ponto 5	27,0	405,0	92,5	100,0	0,0	0,0

¹ Baixo ($< 50 \text{ mg L}^{-1}$); Médio ($50 - 100 \text{ mg L}^{-1}$); Alto ($> 100 \text{ mg L}^{-1}$); ² Baixo ($< 500 \text{ mg L}^{-1}$); Médio ($500 - 2000 \text{ mg L}^{-1}$); Alto ($> 2000 \text{ mg L}^{-1}$). Fonte: Nackayama e Bucks (1986).

Ainda na Tabela 1, todas as amostras analisadas permaneceram como baixo potencial de risco, segundo Nakayama e Bucks (1986), uma vez em que as concentrações de sólidos dissolvidos forem inferiores a 500 mg L^{-1} , conforme preconizam os autores. Resultados semelhantes foram obtidos por Barboza et al. (2007) analisando a água do Córrego do Coqueiro, onde verificaram que o aumento da concentração de sólidos na água ocorre no ponto 5 e atribuíram esse comportamento, o qual deveu-se a ausência de mata ciliar e a presença de pastagens degradadas, que no período chuvoso, faz com que essa concentração seja elevada. Esse comportamento foi comprovado por Franco e Hernandez (2009) que compararam a concentração de sólidos no período seco e chuvoso, onde obtiveram valores superiores de sólidos no período chuvoso e no

ponto final do córrego do Coqueiro, concluindo que o escoamento superficial, contribui para o aumento de sedimentos na água do manancial. A falta de técnicas adequadas de preparo e conservação do solo, presença de erosões (Figura 1), constituem-se nas principais causas dos processos erosivos. Como consequência, durante o período chuvoso, grandes quantidades de solos, são carreados para o leito dos cursos d'água, contribuindo para o aumento da concentração de sólidos (VANZELA et al., 2005).

Outro manancial da região, que se encontra em avançado estágio de assoreamento é o córrego do Ipê, que apresenta problemas devido ao mau uso do solo, intensificando o assoreamento desse manancial, conforme os resultados obtidos por Poletto et al. (2004) onde apresentaram altas concentrações de sólidos na

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

água, principalmente no período chuvoso em comparação ao período seco. Hernandez e Vanzela (2007), no córrego Três Barras, verificaram, no período chuvoso, altas concentrações de sólidos suspensos com alto potencial de risco ao sistema de irrigação localizada.

A Figura 2 representa o histograma, ou seja, a distribuição de frequências das variáveis analisadas. Para a variável sólidos suspensos, durante o período de avaliação do trabalho, no Córrego do Coqueiro, das 169 amostras, pouco

mais de 150 amostras ficaram abaixo de 100 mg L⁻¹ e ainda evidencia, tanto apenas o valor extremo que apresentou valor de 903 mg L⁻¹, como apresentado na Figura 2 A

A Figura 2 B ilustra a frequência da distribuição dos sólidos dissolvidos, em que as amostras apresentaram uma média de 89,59 mg L⁻¹, sendo esse valor classificado como baixo potencial de danos ao sistema de irrigação, conforme a classificação de Nackayama e Bucks (1986).

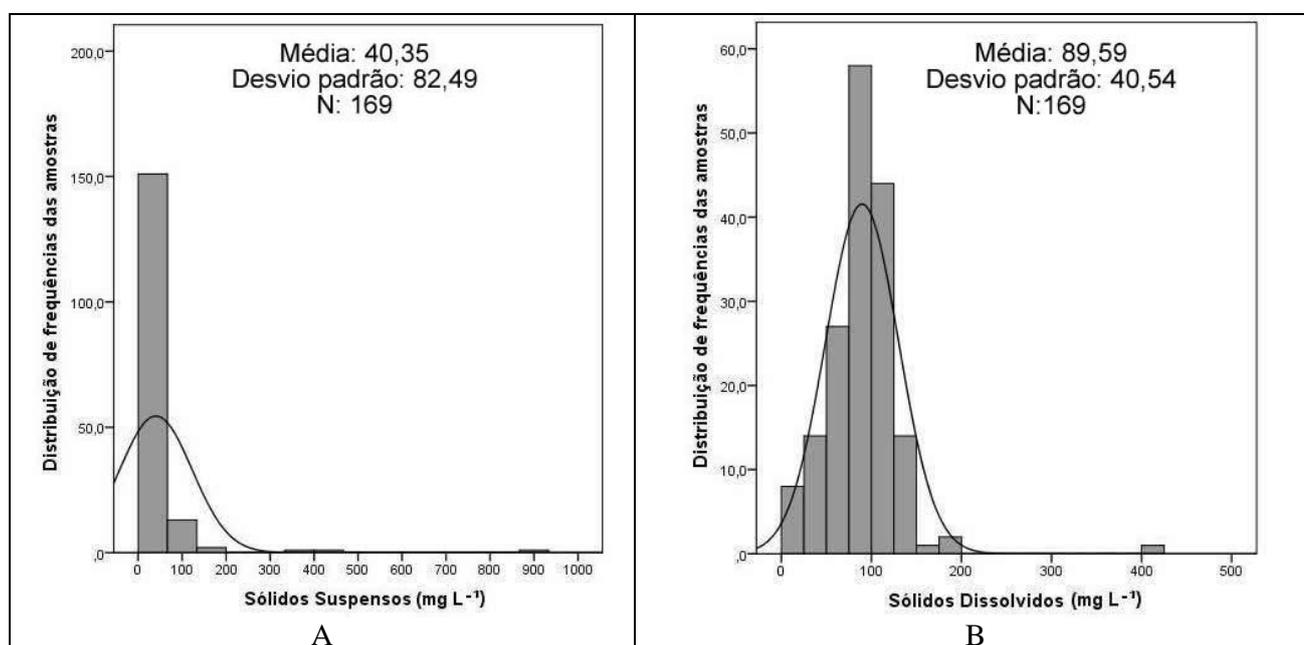


Figura 2. Distribuição de frequências de sólidos suspensos (A) e sólidos dissolvidos (B), no Córrego do Coqueiro - SP, no período de 2007 a 2009.

Comparando cada ponto entre os anos, verifica-se que houve diferença estatística apenas nos pontos 2 e 3 no ano de 2007 e 2009, respectivamente para os sólidos suspensos (Figura 3 A). Nota-se ainda, nessa mesma Figura, percebe-se que no ano de 2007 as concentrações de sólidos suspensos aumentaram à medida que se distanciou da nascente, ou seja, os pontos finais apresentaram maiores quantidades de sólidos na água. Esse mesmo comportamento foi apresentado no ano de 2009, sendo que apenas no ponto 2 e 3 houve uma diminuição da concentração de sólidos suspensos. Para o ano de 2008 o comportamento foi inverso, sendo que próximo a nascente, os pontos apresentaram maiores

concentrações de sedimento, provavelmente, devido a influência da chuva.

A Figura 3 B evidencia o comportamento semelhante da concentração de sólidos dissolvidos na água do córrego, durante os anos avaliados, e ainda, como o ponto 5 foi o que apresentou a maior concentração de sedimentos, houve diferença estatística entre os anos de 2008 e 2009, provavelmente pelo acúmulo de chuva, o que gera o escoamento superficial, elevando a concentração de sedimentos na água, e potencializando os danos aos equipamentos utilizados na agricultura irrigada. Resultados obtidos por Basso e Carvalho (2007), onde compararam a qualidade de água de duas represas pertencentes ao município de Ilha

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

Solteira, com relação aos sólidos dissolvidos, tanto no período seco como chuvoso, apresentaram valores superiores a 500 mg L^{-1} . Esses resultados evidenciam a falta de práticas conservacionistas, principalmente no entorno de ecossistemas aquáticos, promovendo a

degradação da qualidade, potencializando os conflitos na utilização da água. De acordo com Adin e Sacks (1991) a severidade do entupimento, muitas vezes, depende mais do tamanho das partículas do que da concentração na água de irrigação.

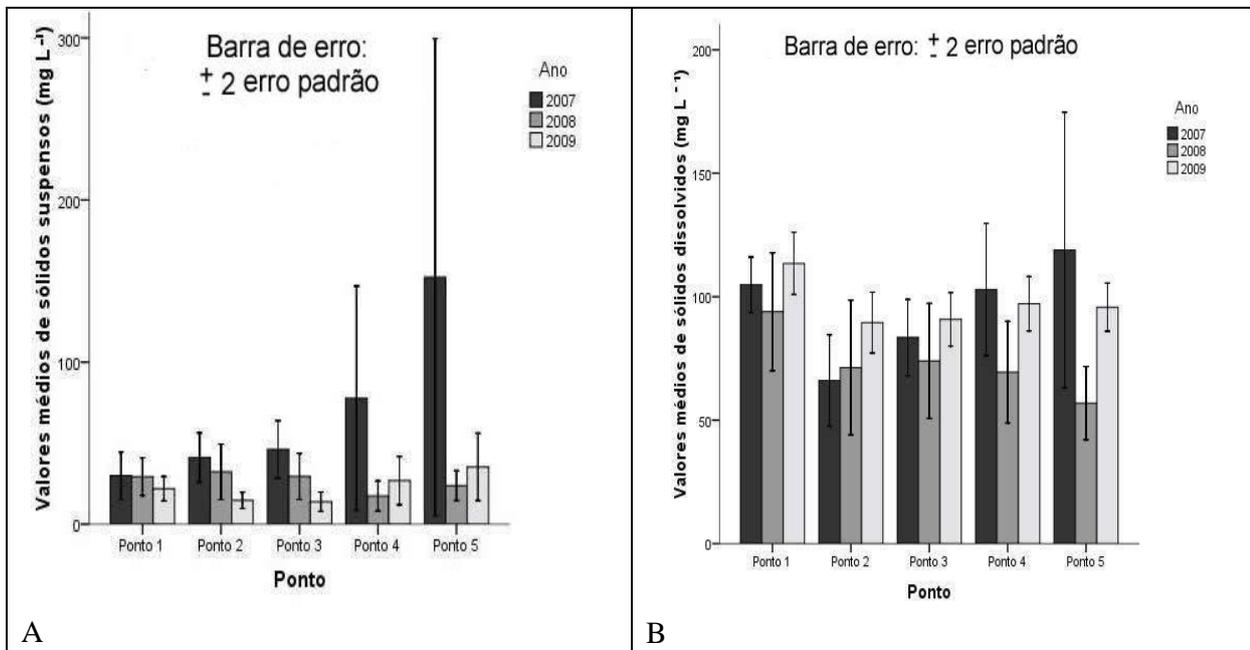


Figura 3. Valores médios de sólido suspensos (A) e sólidos dissolvidos (B) por ponto de amostragem, no Córrego do Coqueiro - SP, no período de 2007 a 2009.

A Figura 4 A apresenta a distribuição da frequência de sólidos totais, na qual, a maior quantidade de amostras se encontram em concentração acima de 100 mg L^{-1} . A Figura 4 B, evidencia também os valores médios para cada ponto de amostragem, para cada ano. Os resultados apresentados pelas presenças de sobreposições dos limites superiores e inferiores dos valores médios, mostraram que não houve diferença estatística entre os anos avaliados para os mesmos pontos, no entanto, isto ocorreu para pontos diferentes, ou seja, o ponto 1 diferenciou no ano de 2009 com os pontos 2 e 3, respectivamente. Resultado obtido por Souza et al. (2005) em ensaios laboratoriais com o

objetivo de estudar a suscetibilidade ao entupimento de microaspersores em operação com água residuária de bovinocultura, a concentração de sólidos totais de $18,63 \text{ mg L}^{-1}$ causou o entupimento de origem física a partir de 21 horas de funcionamento do sistema, indicando que o sistema tem, nestes pontos, risco potencial ao sistema de irrigação.

Os sólidos totais não são somente um dos maiores poluentes da água, mas também servem como catalisadores, carreadores e como agentes fixadores para outros agentes poluidores. Adicionalmente, produtos químicos e lixo são assimilados sobre e dentro das partículas desses sedimentos (POLETO et al., 2004).

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

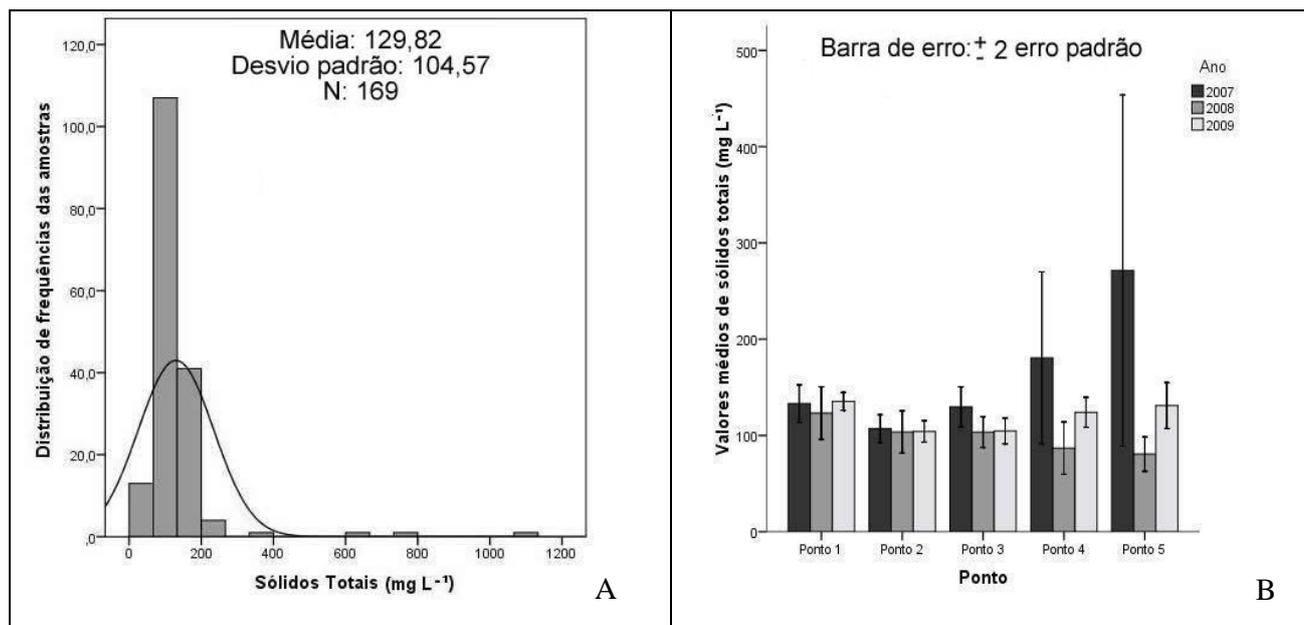


Figura 4. Distribuição de frequências (A) e valores médios de sólidos totais, no Córrego do Coqueiro - SP, no período de 2007 a 2009.

Segundo Franco e Hernandez (2009) os aumentos nas concentrações de sólidos na água superficial do Córrego do Coqueiro, provavelmente, ocorreram pela ausência de matas ciliares e do cultivo de pastagens degradadas em alguns trechos ao longo do córrego, favorecem o transporte e a deposição de materiais sólidos. Esse mesmo comportamento foi encontrado por Vanzela et al. (2010) que descrevem o processo de degradação da microbacia do córrego Três Barras, referindo-se ao aumento da concentração dos sólidos na água do manancial tendo origem nas áreas agricultadas, nas áreas habitadas e nas matas degradadas.

O monitoramento dos sedimentos em suspensão na água tem grande importância, uma vez que são responsáveis pela alteração da sua qualidade em termos de turbidez, assim como por sua interação com compostos orgânicos e inorgânicos (FERRAZ, 2006).

Outro parâmetro avaliado que está associado à concentração de sedimentos na água é a turbidez, que segundo Esteves (1998) é a medida de sua capacidade de reflexão e dispersão dos raios luminosos devido à presença de sedimentos na água. Em razão do uso inadequado das bacias hidrográficas e práticas agrícolas e pecuárias intensivas, resultam no aumento da turbidez, conseqüentemente, ocorrendo redução da taxa de fotossíntese no meio aquático.

Na Tabela 2 estão os respectivos valores, mínimos, máximos e médios de turbidez para os pontos de amostragem do córrego do Coqueiro, bem como a classificação das porcentagens das amostras de água. Verifica-se que o valor da turbidez, tende a aumentar conforme aumenta a área de contribuição da bacia hidrográfica. Considerando os valores médios de turbidez, o ponto 5 (fim da microbacia) foi 294,19 % maior que a turbidez média observada no ponto 1 (nascente da microbacia). No entanto, outros fatores como a falta de mata ciliar, ausência de práticas de conservação do solo, pecuária intensiva, contribuem para o aumento local da turbidez, explicando assim o comportamento da turbidez no ponto 2. Mas de maneira geral, as amostras foram classificadas como aceitáveis, pela resolução Conama 357 (BRASIL, 2005), o qual considera valores ideais de 40 Unidades Nefolométricas de Turbidez (UNT) conforme a Figura 5 A.

Em estudos anteriores, nesta mesma microbacia, elaborado por Franco e Hernandez (2009) concluíram que a turbidez aumentou no período chuvoso, e que a diferença foi significativa para os valores médios de turbidez, entre os períodos seco e chuvoso dos pontos 1, 3, 4 e 5, sendo que no ponto 2 não houve diferença. Já neste trabalho, não houve diferença estatística entre os pontos de coleta, e no ano de 2007 as médias foram superiores comparadas aos demais anos, como apresentado

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

na Figura 5 B. Esse resultado no ano de 2007 teve influência da precipitação, principalmente nos meses de janeiro, março, maio, julho e

setembro, pois um dia antes das coletas ocorreram chuvas na área de contribuição da microbacia.

Tabela 2. Distribuição dos resultados de turbidez em relação aos padrões de qualidade de água para a irrigação, na Microbacia do Córrego do Coqueiro – SP.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Médio	Classificação	
				Aceitável	Inadequado
Turbidez ¹	NTU			(% das Amostras)	
Ponto 1	4,0	170,0	24,1	97,1	2,9
Ponto 2	1,1	750,0	63,5	91,2	8,8
Ponto 3	3,0	290,0	31,8	91,2	8,8
Ponto 4	4,0	400,0	52,9	82,4	17,6
Ponto 5	6,0	950,0	95,0	76,5	23,5

¹ Aceitável (= 100 NTU); Inadequado (> 100 NTU). Fonte: Brasil (2005).

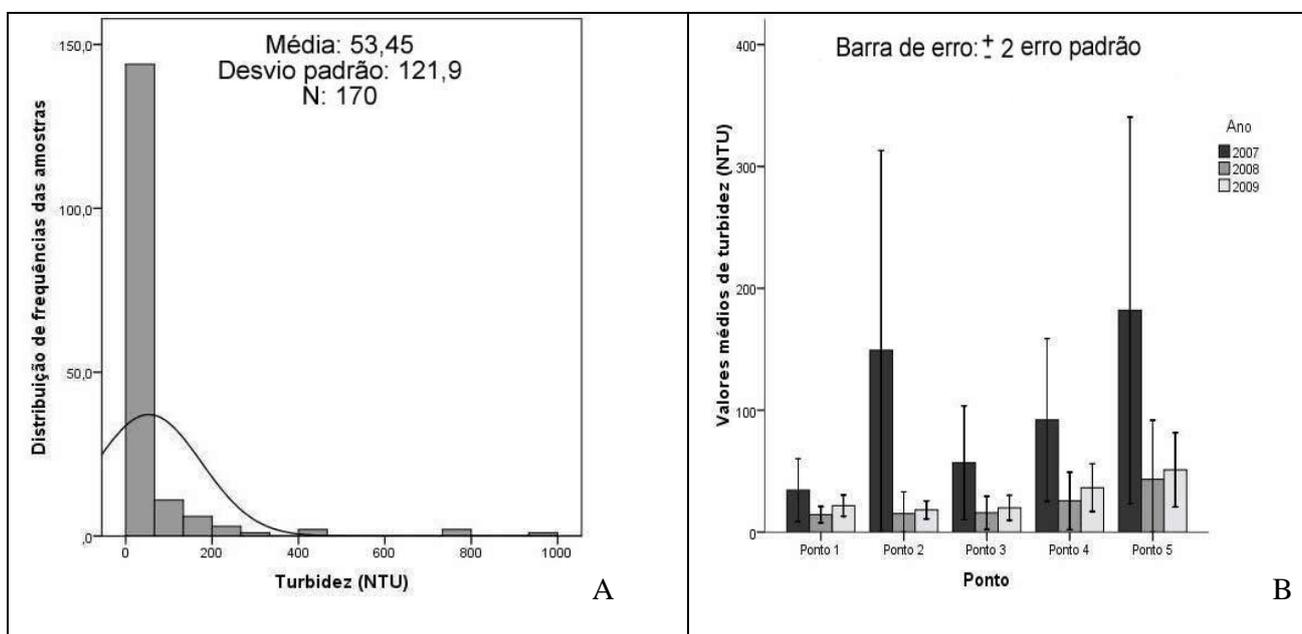


Figura 5. Distribuição de frequências (A) e valores médios de turbidez, no Córrego do Coqueiro - SP, no período de 2007 a 2009.

A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erosíveis, submetidos a precipitações com altas intensidades, onde a precipitação pode carrear partículas de areia, silte e argila onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de areia, silte e argila. Grande parte das águas de rios brasileiros é naturalmente turva em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem e devido a ocorrência de fortes chuvas (VON SPERLING, 1998).

De acordo com Pereira et al. (2005) dentre os agentes causadores das obstruções de tubulações e emissores dos sistemas de irrigação, águas com elevados teores de ferro

reduzido (Fe^{+2}) e, portanto, solúvel, ao entrar em contato com o oxigênio, pode se oxidar, tornando-se insolúvel (Fe^{+3}) e precipitam-se facilmente no interior das tubulações ou dos emissores, impedindo ou dificultando a passagem normal da água. Algumas bactérias filamentosas, como *Gallionella* e *Leptotrix*, oxidam o Fe^{+2} , transformando-o em Fe^{+3} que pode precipitar-se (PIZARRO, 1996).

Na Tabela 3, estão os valores máximos, médios e mínimos de ferro total para cada ponto de coleta, bem como o enquadramento das amostras, segundo Nackayama e Bucks (1986). De uma maneira geral, como não se detectou valores abaixo de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$, a água do córrego

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

apresentou potencial médio de danos ao sistema de irrigação, sendo que os pontos 1 e 2, apresentaram 17,6% (6 amostras) respectivamente, classificadas como alto potencial de danos ao sistema de irrigação e o ponto 3 resultou em 14,7% (5 amostras) classificadas como alto risco de obstrução. Já os

pontos 4 e 5 respectivamente, com 32,4% (11 amostras) resultaram em um alto potencial de danos ao sistema de irrigação localizada. Costa (2000) trabalhando com gotejadores abastecidos com água contendo $3,0 \text{ mg L}^{-1}$, observou após 200 horas de funcionamento, redução da vazão variando de 34 a 87%.

Tabela 3. Distribuição dos resultados da concentração de ferro total em relação aos padrões de qualidade de água para a irrigação, na Microbacia do Córrego do Coqueiro – SP.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Médio	Potencial de dano		
				Baixo	Médio	Alto
Ferro Total ¹	mg L^{-1}			(% das Amostras)		
Ponto 1	0,2	5,0	1,3	0,0	82,4	17,6
Ponto 2	0,2	3,7	1,1	0,0	82,4	17,6
Ponto 3	0,2	5,0	1,1	0,0	85,3	14,7
Ponto 4	0,3	5,6	1,6	0,0	67,6	32,4
Ponto 5	0,2	9,4	2,0	0,0	67,6	32,4

¹Baixo ($< 0,2 \text{ mg L}^{-1}$); Médio ($0,2\text{-}1,5 \text{ mg L}^{-1}$); Alto ($> 1,5 \text{ mg L}^{-1}$). Fonte: Nackayama e Bucks (1986).

Resultados apresentados por Vasconcelos et al. (2009) mostraram que 63% das amostras ficaram acima de $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ e concluíram que esses valores são elevados e merecendo devida atenção.

A Figura 6 A ilustra a distribuição das amostras pela concentração de ferro na água do manancial. Verifica-se que das 170 amostras avaliadas, a concentração média foi de $1,39 \text{ mg L}^{-1}$, mostrando que grande parte das amostras ficou próxima aos valores de 1 mg L^{-1} , mas no ponto 5 atingiu o valor de $9,4 \text{ mg L}^{-1}$.

A Figura 6 B apresenta os valores médios para cada ponto de amostragem durante o período avaliado. Comparando os pontos entre si verifica-se que não houve diferença estatística entre eles, e os maiores valores foram encontrados nos pontos 4 e 5, respectivamente. No entanto, apesar desses pontos, no ano de 2007 apresentarem maior concentração em mg L^{-1} , posteriormente, reduzindo os valores médios, não houve diferença estatística entre os anos avaliados.

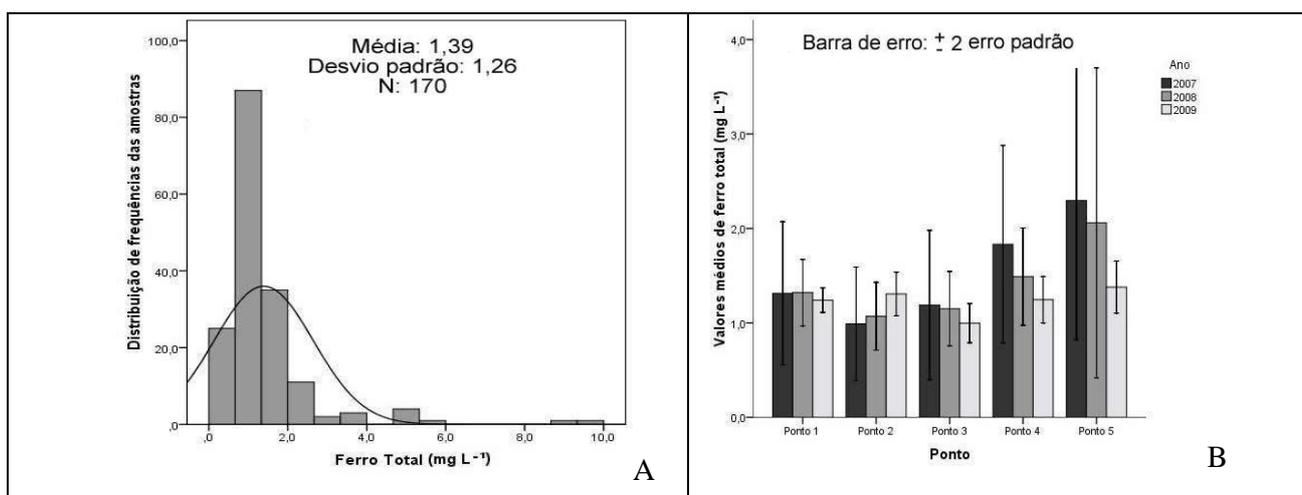


Figura 6. Distribuição de frequências (A) e valores médios de ferro, no Córrego do Coqueiro - SP, no período de 2007 a 2009

Os altos valores de ferro total encontrados, provavelmente, estão relacionados à precária

conservação dos solos no meio rural, principalmente próximos ao ponto 5, onde

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

verifica-se a presença de erosões no solo (Figura 1), e a contribuição dos processos de erosão e assoreamento em solos formados a base de sesquióxidos de ferro, aumenta consideravelmente a quantidade de solo em contato com a água, provavelmente, resultando no aumento da concentração de ferro, tanto solúveis como em suspensão na água (HERNANDEZ et al., 2001).

Estes resultados estão de acordo com o obtido por Franco e Hernandez (2009) em que a distribuição dos valores de concentração de ferro total foram maiores no período chuvoso em relação ao período seco e ao longo dos pontos de amostragem verificando-se um aumento na distribuição dos valores de ferro total nos pontos 4 e 5 para período chuvoso. Assim, devido a maior área de contribuição para o escoamento superficial e os elevadas presenças de erosões, as concentrações de ferro, nos pontos 4 e 5 são elevadas, respectivamente. Resultado obtido por Ribeiro e Paterniani (2008) em ensaio de campo, mostrou que devido à utilização de águas com elevado teor de ferro, o sistema com dez meses de uso apresentava vazões de 5% a 57% menores que a vazão de projeto. Sendo assim, os irrigantes que fazem uso da água nesta microbacia, podem encontrar possíveis prejuízos devido ao entupimento dos emissores.

Cabe ressaltar, que na bacia do Córrego do Coqueiro possui grande quantidade de estradas de terra que cortam a região, que contribuem com a degradação da qualidade da água, aumentando a turbidez, concentração de sólidos e conseqüentemente a concentração de ferro, principalmente no período chuvoso, por apresentarem os solos expostos e a presença de focos de erosão em suas bordas.

CONCLUSÃO

Os dados permitem concluir que a água da microbacia do Córrego do Coqueiro possui baixo potencial de entupimento dos emissores com relação aos aspectos físicos, mas a concentração de ferro total detectada nas amostras da água deve ser um fator preocupante, sendo indicada a oxigenação artificial para uma maior eficiência dos sistemas de filtragem, obrigatório em irrigação localizada.

Irrigantes com sistemas localizados devem ficar atentos à variação da qualidade da água e da pressão no sistema, com o propósito de garantir maior durabilidade do equipamento e com satisfatória uniformidade de aplicação de água, cada vez mais exigida em situação de escassez deste recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIN, A.; SACKS, M. Dripper clogging factors in wastewater irrigation. **Journal of the Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 117, n. 6, p. 813-827, 1991.

APHA - American Public Health Association; Water Work Association; **Water Control Federation. Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20.ed. New York: United Book, 1998. 1298p.

BARBOZA, G. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Monitoramento da qualidade físico-biológica da água para irrigação no Córrego do Coqueiro no noroeste paulista. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2007. p. 1-4.

BASSO, E. R.; CARVALHO, S. L. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, Rio Claro, v. 7, n. 1, p. 16-29, 2007.

BARROSO, A. A. F.; NESS, R. L. L.; GOMES FILHO, R. R.; SILVA, F. L.; CHAVES, M. J. L.; LIMA, C. A. Avaliação qualitativa das águas subterrâneas para irrigação na região do Baixo Jaguaribe – Ceará. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 3, p.150-155, 2010

BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 05/03/2010.

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Dados climáticos**. Instituto Agrônomo de Campinas. Disponível

ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO DO COQUEIRO – SP

em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br>. Acesso: 10dez. 2009.

COSTA, C. C. **Estudo da susceptibilidade de tubos gotejadores ao entupimento por precipitados químicos de ferro**. 2000. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 575p.

FARIA, L. F.; COELHO, R. D.; FLECHA, P. A. N.; ROBLES, W. G. R.; VÁSQUEZ, M. A. N. Entupimento de gotejadores e seu efeito na pressão da rede hidráulica de um sistema de microirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 195-198, 2002.

FERRAZ, F. F. de B. Sedimentos finos em microbacias hidrográficas. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **As florestas plantadas e a água**. Rio Claro: Rima, 2006. cap. 10, p. 157-170.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p.772-780, 2009.

GILBERT, R. G.; FORD, H. W. Operational principles/emitter clogging. In: NAKAYAMA, F. S.; BULKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. cap.3, p.142-163.

GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. **Statistics for the behavioral sciences**. 2.ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira, FEIS/UNESP, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HERNANDEZ, F. B. T.; PETINARI, R. A. Qualidade de água para irrigação localizada. In: 27º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Poços de

Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998, v.II, p.58-60.

HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, C. R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R. S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30, Foz de Iguaçu, **Anais...** Foz de Iguaçu: SBEA, 2001. CD.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V. DE; ZOCOLER, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 21-30, 2003.

HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Transporte de sedimentos na microbacia do Córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2007. p. 1-4.

NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1986. 383 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J. de; MELLO, J. M. de; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.17, n.1, p.67-85, 1994.

PATERNIANI, J. E. S.; SCATOLINI, M. E. Eficiência de manta sintética não tecida na remoção de algas presentes na água de irrigação. **Revista Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1 p.31-34, 2001.

PAZ V. P. S, TEODORO, R. E.F.; MENDONCA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, p.465-473, 2000.

**ANÁLISE DOS RISCOS À SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO CAUSADOS PELA QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO DO COQUEIRO – SP**

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicação prática**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PEREIRA, P. A.; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, M. S. M. A. da. Aeração artificial no tratamento de ferro e de manganês dissolvido em água de irrigação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, p.1-10, 2005.

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia**. 3ed. Madrid: MultiPrensa, 1996. 471p.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L.; FREITAS LIMA, E. A. C. Problemas de degradação ambiental em uma microbacia hidrográfica situada no município de Ilha Solteira - SP Brasil e sua percepção pelos proprietários rurais. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 4, n. 1, p. 68-80. 2004.

RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S.; AIROLDI, R. P. S.; SILVA, M. J. M. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 1, p.136-149, 2004.

RIBEIRO, T. A. P.; AIROLDI, R. P. SILVA; PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p.1-6, 2005.

RIBEIRO, T. A. P.; PATERNIANI, J. E. S. Microaspersores entupidos devido a problemas de ferro na água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p.1456-1459, 2008.
SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Painel da Qualidade Ambiental**. São Paulo: SEMA, 2009. 86p.

SILVA; A. M. da; CASATTI, L.; ALVARES, C. A.; LEITE, A. M. ; MARTINELLI, L. A.; DURRANT, S. F. Soil loss risk and habitat quality in streams of a meso-scale river basin. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 336-343, 2007.

SOUZA, J. A. R. de ; DENÍCULI, W.; BATISTA, R. O.; Val, J. C. C.; MATOS, A. T. de. Suscetibilidade ao entupimento de microaspersores operando com água residuária de bovinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, , v. 13, n. 3, 155-160. 2005.

SPSS. **SPSS for windows versions 16.0**. Disponível em: <http://www.spss.com>. Acesso em: 10 mar. 2006.

VANZELA, L. S. **Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP**. 2004. 96 f. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; LIMA, R. C.; GARGANTINI, P. E. Influência antrópica no transporte de sedimentos em microbacia degradada. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 15, 2005, Teresina. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2005. p. 1-7.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Franco. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64. 2010.

VASCONCELOS, R. S.; LEITE, K. N.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; SILVA, L. M. F.; FEITOSA, H. O. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da Microbacia do Baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 30-38, 2009.

VON SPERLING, E. Qualidade de água em atividades de mineração. In: DIAS, L. E.; MELO, J. W. V. (Org.). **Recuperação de águas degradadas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Áreas Degradadas, 1998. p. 95-105.